

10/507321

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP 03/02669

06.03.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 3月12日

REC'D 05 MAY 2003

WIPO

PCT

出願番号

Application Number:

特願2002-067289

[ST.10/C]:

[JP2002-067289]

出願人

Applicant(s):

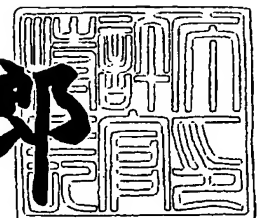
浜松ホトニクス株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 4月15日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3026551

Best Available Copy

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-0037

【提出日】 平成14年 3月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 26/00320

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

 【氏名】 藤井 義磨郎

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

 【氏名】 福世 文嗣

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

 【氏名】 福満 憲志

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

 【氏名】 内山 直己

【特許出願人】

 【識別番号】 000236436

 【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088155

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体基板の分割方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、前記半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、

前記切断予定部を形成する工程後、前記半導体基板が所定の厚さとなるよう前記半導体基板を研磨する工程と、
を備えることを特徴とする半導体基板の分割方法。

【請求項 2】 半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²) 以上で且つパルス幅が 1μ s 以下の条件でレーザ光を照射することにより、前記半導体基板の内部に熔融処理領域を含む改質領域を形成し、当該熔融処理領域を含む改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、

前記切断予定部を形成する工程後、前記半導体基板が所定の厚さとなるよう前記半導体基板を研磨する工程と、
を備えることを特徴とする半導体基板の分割方法。

【請求項 3】 半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、前記半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、

前記切断予定部を形成する工程後、前記半導体基板が所定の厚さとなるよう前記半導体基板を研磨する工程と、
を備えることを特徴とする半導体基板の分割方法。

【請求項 4】 前記改質領域は、熔融処理した領域であることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体基板の分割方法。

【請求項 5】 前記半導体基板の表面には機能素子が形成されており、
前記半導体基板を研磨する工程では前記半導体基板の裏面を研磨する、
ことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の半導体基板の分割方法。

【請求項 6】 前記半導体基板を研磨する工程は、前記半導体基板の裏面に

ケミカルエッチングを施す工程を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の半導体基板の分割方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体デバイスの製造工程等において半導体基板を分割するために使用される半導体基板の分割方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年の半導体デバイスの小型化に伴い、半導体デバイスの製造工程において、半導体基板が数 10 μ m 程度の厚さにまで薄型化されることがある。このように薄型化された半導体基板をブレードにより切断し分割すると、半導体基板が厚い場合に比べてチップングやクラッキングの発生が増加し、半導体基板を分割することで得られる半導体チップの歩留まりが低下するという問題がある。

【0003】

このような問題を解決し得る半導体基板の分割方法として、特開昭 64-38209 号公報や特開昭 62-4341 号公報に記載された方法が知られている。

【0004】

すなわち、これらの公報に記載された方法は、表面に機能素子が形成されている半導体基板に対して当該表面側からブレードにより溝を形成し、その後に、当該表面に粘着シートを貼り付けて半導体基板を保持し、予め形成された溝に達するまで半導体基板の裏面を研磨することで、半導体基板を薄型化する共に半導体基板を分割するというものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記公報に記載された方法にあっては、半導体基板の裏面の研磨を平面研削により行くと、平面研削面が、半導体基板に予め形成された溝に達した際に、当該溝の側面でチップングやクラッキングが発生するおそれがある。

【0006】

そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、チップングやクラッキングの発生を防止して、半導体基板を薄型化し且つ半導体基板を分割することのできる半導体基板の分割方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明に係る半導体基板の分割方法は、半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、半導体基板が所定の厚さとなるよう半導体基板を研磨する工程とを備えることを特徴とする。

【0008】

この半導体基板の分割方法によれば、切断予定部を形成する工程においては、半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射し、半導体基板の内部に多光子吸収という現象を発生させて改質領域を形成するため、この改質領域でもって、半導体基板を切断すべき所望の切断予定ラインに沿うよう半導体基板の内部に切断予定部を形成することができる。半導体基板の内部に切断予定部が形成されると、自然に或いは比較的小さな力によって、切断予定部を起点として半導体基板の厚さ方向に割れが発生する。

【0009】

そして、半導体基板を研磨する工程においては、半導体基板の内部に切断予定部を形成した後に、半導体基板が所定の厚さとなるよう半導体基板を研磨するが、このとき、研磨面が、切断予定部を起点として発生した割れに達しても、この割れにより切断された半導体基板の切断面は互いに密着した状態であるため、研磨による半導体基板のチップングやクラッキングを防止することができる。

【0010】

したがって、チップングやクラッキングの発生を防止して、半導体基板を薄型化し且つ半導体基板を分割すること可能となる。

【0011】

ここで、集光点とは、レーザ光が集光した箇所のことである。また、研磨とは

、切削、研削及びケミカルエッチング等を含む意味である。そして、切断予定部は、改質領域が連続的に形成されることで形成される場合もあるし、改質領域が断続的に形成されることで形成される場合もある。

【0012】

また、本発明に係る半導体基板の分割方法は、半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²) 以上で且つパルス幅が 1μ s以下の条件でレーザー光を照射することにより、半導体基板の内部に熔融処理領域を含む改質領域を形成し、当該熔融処理領域を含む改質領域をもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、半導体基板が所定の厚さとなるよう半導体基板を研磨する工程とを備えることを特徴とする。

【0013】

この半導体基板の分割方法によれば、切断予定部を形成する工程においては、半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点におけるピークパワー密度が 1×10^8 (W/cm²) 以上で且つパルス幅が 1μ s以下の条件でレーザー光を照射している。よって、半導体基板の内部は多光子吸収によって局所的に加熱される。この加熱により半導体基板の内部に熔融処理領域が形成される。この熔融処理領域は上述した改質領域の一例であるので、この半導体基板の分割方法によっても、チップングやクラッキングの発生を防止して、半導体基板を薄型化し且つ半導体基板を分割すること可能となる。

【0014】

また、本発明に係る半導体基板の分割方法は、半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、半導体基板の内部に改質領域を形成し、当該改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、半導体基板が所定の厚さとなるよう半導体基板を研磨する工程とを備えることを特徴とする。そして、この改質領域は、熔融処理した領域である場合もある。

【0015】

この半導体基板の分割方法によれば、上述した本発明に係る半導体基板の分割

方法と同様の理由により、チップングやクラッキングの発生を防止して、半導体基板を薄型化し且つ半導体基板を分割すること可能となる。ただし、改質領域の形成は、多光子吸収が原因となる場合もあるし、他が原因となる場合もある。

【 0 0 1 6 】

なお、本発明に係る半導体基板の分割方法においては、半導体基板の表面には機能素子が形成されており、半導体基板を研磨する工程では半導体基板の裏面を研磨することが好ましい。機能素子の形成後に半導体基板を研磨することができるため、半導体デバイスの小型化に対応するよう薄型化された半導体チップを得ることが可能となる。ここで、機能素子とは、フォトダイオード等の受光素子やレーザダイオード等の発光素子、或いは回路として形成された回路素子等を意味する。

【 0 0 1 7 】

さらに、本発明に係る半導体基板の分割方法においては、半導体基板を研磨する工程は、半導体基板の裏面にケミカルエッチングを施す工程を含むことが好ましい。半導体基板の裏面にケミカルエッチングを施すと、半導体基板の裏面がより平滑化されることは勿論であるが、切断予定部を起点として発生した割れによる半導体基板の切断面が互いに密着しているため、当該切断面の裏面側のエッジ部のみが選択的にエッチングされ面取りされた状態となる。したがって、半導体基板を分割することで得られる半導体チップの抗折強度を向上させることができると共に、半導体チップにおけるチップングやクラッキングの発生を防止することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

以下、図面と共に本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。本実施形態に係る半導体基板の分割方法は、半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射し、半導体基板の内部に多光子吸収による改質領域を形成することで切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、半導体基板が所定の厚さとなるよう半導体基板を研磨する工程とを備えている。

【 0 0 1 9 】

まず、切断予定部を形成する工程において実施されるレーザ加工方法、特に多光子吸収について説明する。

【 0 0 2 0 】

材料の吸収のバンドギャップ E_G よりも光子のエネルギー $h\nu$ が小さいと光学的に透明となる。よって、材料に吸収が生じる条件は $h\nu > E_G$ である。しかし、光学的に透明でも、レーザ光の強度を非常に大きくすると $n h\nu > E_G$ の条件 ($n = 2, 3, 4, \dots$) で材料に吸収が生じる。この現象を多光子吸収という。パルス波の場合、レーザ光の強度はレーザ光の集光点のピークパワー密度 (W/cm^2) で決まり、例えばピークパワー密度が $1 \times 10^8 (W/cm^2)$ 以上の条件で多光子吸収が生じる。ピークパワー密度は、(集光点におけるレーザ光の1パルス当たりのエネルギー) \div (レーザ光のビームスポット断面積 \times パルス幅) により求められる。また、連続波の場合、レーザ光の強度はレーザ光の集光点の電界強度 (W/cm^2) で決まる。

【 0 0 2 1 】

このような多光子吸収を利用する本実施形態に係るレーザ加工の原理について、図1～図6を参照して説明する。図1はレーザ加工中の半導体基板1の平面図であり、図2は図1に示す半導体基板1のII-II線に沿った断面図であり、図3はレーザ加工後の半導体基板1の平面図であり、図4は図3に示す半導体基板1のIV-IV線に沿った断面図であり、図5は図3に示す半導体基板1のV-V線に沿った断面図であり、図6は切断された半導体基板1の平面図である。

【 0 0 2 2 】

図1及び図2に示すように、半導体基板1の表面3には、半導体基板1を切断すべき所望の切断予定ライン5がある。切断予定ライン5は直線状に延びた仮想線である(半導体基板1に実際に線を引いて切断予定ライン5としてもよい)。本実施形態に係るレーザ加工は、多光子吸収が生じる条件で半導体基板1の内部に集光点Pを合わせてレーザ光Lを半導体基板1に照射して改質領域7を形成する。なお、集光点とはレーザ光Lが集光した箇所のことである。

【 0 0 2 3 】

レーザ光Lを切断予定ライン5に沿って(すなわち矢印A方向に沿って) 相対

的に移動させることにより、集光点Pを切断予定ライン5に沿って移動させる。これにより、図3～図5に示すように改質領域7が切断予定ライン5に沿って半導体基板1の内部にのみ形成され、この改質領域7でもって切断予定部9が形成される。本実施形態に係るレーザ加工方法は、半導体基板1がレーザ光Lを吸収することにより半導体基板1を発熱させて改質領域7を形成するのではない。半導体基板1にレーザ光Lを透過させ半導体基板1の内部に多光子吸収を発生させて改質領域7を形成している。よって、半導体基板1の表面3ではレーザ光Lがほとんど吸収されないので、半導体基板1の表面3が溶融することはない。

【 0 0 2 4 】

半導体基板1の切断において、切断する箇所に起点があると半導体基板1はその起点から割れるので、図6に示すように比較的小さな力で半導体基板1を切断することができる。よって、半導体基板1の表面3に不必要な割れを発生させることなく半導体基板1の切断が可能となる。

【 0 0 2 5 】

なお、切断予定部を起点とした半導体基板の切断には、次の2通りが考えられる。1つは、切断予定部形成後、半導体基板に人為的な力が印加されることにより、切断予定部を起点として半導体基板が割れ、半導体基板が切断される場合である。これは、例えば半導体基板の厚さが大きい場合の切断である。人為的な力が印加されるとは、例えば、半導体基板の切断予定部に沿って半導体基板に曲げ応力やせん断応力を加えたり、半導体基板に温度差を与えることにより熱応力を発生させたりすることである。他の1つは、切断予定部を形成することにより、切断予定部を起点として半導体基板の断面方向（厚さ方向）に向かって自然に割れ、結果的に半導体基板が切断される場合である。これは、例えば半導体基板の厚さが小さい場合には、1列の改質領域により切断予定部が形成されることで可能となり、半導体基板の厚さが大きい場合には、厚さ方向に複数列形成された改質領域により切断予定部が形成されることで可能となる。なお、この自然に割れる場合も、切断する箇所において、切断予定部が形成されていない部位に対応する部分の表面上にまで割れが先走ることがなく、切断予定部を形成した部位に対応する部分のみを割断することができるので、割断を制御よくすることができる

。近年、シリコンウェハ等の半導体基板の厚さは薄くなる傾向にあるので、このような制御性のよい切断方法は大変有効である。

【 0 0 2 6 】

さて、本実施形態において多光子吸収により形成される改質領域としては、次に説明する溶融処理領域がある。

【 0 0 2 7 】

半導体基板の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu\text{s}$ 以下の条件でレーザー光を照射する。これにより半導体基板の内部は多光子吸収によって局所的に加熱される。この加熱により半導体基板の内部に溶融処理領域が形成される。溶融処理領域とは一旦溶融後再固化した領域や、まさに溶融状態の領域や、溶融状態から再固化する状態の領域であり、相変化した領域や結晶構造が変化した領域ということもできる。また、溶融処理領域とは単結晶構造、非晶質構造、多結晶構造において、ある構造が別の構造に変化した領域ということもできる。つまり、例えば、単結晶構造から非晶質構造に変化した領域、単結晶構造から多結晶構造に変化した領域、単結晶構造から非晶質構造及び多結晶構造を含む構造に変化した領域を意味する。半導体基板がシリコン単結晶構造の場合、溶融処理領域は例えば非晶質シリコン構造である。電界強度の上限値としては、例えば 1×10^{12} (W/cm^2) である。パルス幅は例えば $1 \text{ ns} \sim 200 \text{ ns}$ が好ましい。

【 0 0 2 8 】

本発明者は、シリコンウェハの内部で溶融処理領域が形成されることを実験により確認した。実験条件は次の通りである。

【 0 0 2 9 】

(A) 半導体基板：シリコンウェハ（厚さ $350 \mu\text{m}$ 、外径 4 インチ）

(B) レーザ

光源：半導体レーザー励起 Nd : YAG レーザ

波長： 1064 nm

レーザー光スポット断面積： $3.14 \times 10^{-8} \text{ cm}^2$

発振形態：Q スイッチパルス

繰り返し周波数：1 0 0 k H z

パルス幅：3 0 n s

出力：2 0 μ J / パルス

レーザ光品質：T E M₀₀

偏光特性：直線偏光

(C) 集光用レンズ

倍率：5 0 倍

N. A. : 0. 5 5

レーザ光波長に対する透過率：6 0 パーセント

(D) 半導体基板が載置される載置台の移動速度：1 0 0 m m / 秒

【0 0 3 0】

図 7 は、上記条件でのレーザ加工により切断されたシリコンウェハの一部における断面の写真を表した図である。シリコンウェハ 1 1 の内部に熔融処理領域 1 3 が形成されている。なお、上記条件により形成された熔融処理領域 1 3 の厚さ方向の大きさは 1 0 0 μ m 程度である。

【0 0 3 1】

熔融処理領域 1 3 が多光子吸収により形成されたことを説明する。図 8 は、レーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。ただし、シリコン基板の表面側と裏面側それぞれの反射成分を除去し、内部のみの透過率を示している。シリコン基板の厚さ t が 5 0 μ m、1 0 0 μ m、2 0 0 μ m、5 0 0 μ m、1 0 0 0 μ m の各々について上記関係を示した。

【0 0 3 2】

例えば、N d : Y A G レーザの波長である 1 0 6 4 n m において、シリコン基板の厚さが 5 0 0 μ m 以下の場合、シリコン基板の内部ではレーザ光が 8 0 % 以上透過することが分かる。図 7 に示すシリコンウェハ 1 1 の厚さは 3 5 0 μ m であるので、多光子吸収による熔融処理領域 1 3 はシリコンウェハの中心付近、つまり表面から 1 7 5 μ m の部分に形成される。この場合の透過率は、厚さ 2 0 0 μ m のシリコンウェハを参考にすると、9 0 % 以上なので、レーザ光がシリコンウェハ 1 1 の内部で吸収されるのは僅かであり、ほとんどが透過する。このこと

は、シリコンウェハ 1 1 の内部でレーザ光が吸収されて、溶融処理領域 1 3 がシリコンウェハ 1 1 の内部に形成（つまりレーザ光による通常の加熱で溶融処理領域が形成）されたものではなく、溶融処理領域 1 3 が多光子吸収により形成されたことを意味する。多光子吸収による溶融処理領域の形成は、例えば、溶接学会全国大会講演概要第 6 6 集（2 0 0 0 年 4 月）の第 7 2 頁～第 7 3 頁の「ピコ秒パルスレーザによるシリコンの加工特性評価」に記載されている。

【 0 0 3 3 】

なお、シリコンウェハは、溶融処理領域でもって形成される切断予定部を起点として断面方向に向かって割れを発生させ、その割れがシリコンウェハの表面と裏面とに到達することにより、結果的に切断される。シリコンウェハの表面と裏面に到達するこの割れは自然に成長する場合もあるし、シリコンウェハに力が印加されることにより成長する場合もある。なお、切断予定部からシリコンウェハの表面と裏面とに割れが自然に成長する場合には、切断予定部を形成する溶融処理領域が溶融している状態から割れが成長する場合と、切断予定部を形成する溶融処理領域が溶融している状態から再固化する際に割れが成長する場合とのいずれもある。ただし、どちらの場合も溶融処理領域はシリコンウェハの内部のみに形成され、切断後の切断面には、図 7 のように内部にのみ溶融処理領域が形成されている。半導体基板の内部に溶融処理領域でもって切断予定部を形成すると、割断時、切断予定部ラインから外れた不必要な割れが生じにくいので、割断制御が容易となる。

【 0 0 3 4 】

次に、上述したレーザ加工方法に使用されるレーザ加工装置について、図 9 を参照して説明する。図 9 はレーザ加工装置 1 0 0 の概略構成図である。

【 0 0 3 5 】

レーザ加工装置 1 0 0 は、レーザ光 L を発生するレーザ光源 1 0 1 と、レーザ光 L の出力やパルス幅等を調節するためにレーザ光源 1 0 1 を制御するレーザ光源制御部 1 0 2 と、レーザ光 L の反射機能を有しかつレーザ光 L の光軸の向きを 9 0 ° 変えるように配置されたダイクロイックミラー 1 0 3 と、ダイクロイックミラー 1 0 3 で反射されたレーザ光 L を集光する集光用レンズ 1 0 5 と、集光用

レンズ105で集光されたレーザ光Lが照射される半導体基板1が載置される載置台107と、載置台107をX軸方向に移動させるためのX軸ステージ109と、載置台107をX軸方向に直交するY軸方向に移動させるためのY軸ステージ111と、載置台107をX軸及びY軸方向に直交するZ軸方向に移動させるためのZ軸ステージ113と、これら3つのステージ109, 111, 113の移動を制御するステージ制御部115とを備える。

【0036】

Z軸方向は半導体基板1の表面3と直交する方向なので、半導体基板1に入射するレーザ光Lの焦点深度の方向となる。よって、Z軸ステージ113をZ軸方向に移動させることにより、半導体基板1の内部にレーザ光Lの集光点Pを合わせることができる。また、この集光点PのX(Y)軸方向の移動は、半導体基板1をX(Y)軸ステージ109(111)によりX(Y)軸方向に移動させることにより行う。

【0037】

レーザ光源101はパルスレーザ光を発生するNd:YAGレーザである。レーザ光源101に用いることができるレーザとして、この他、Nd:YVO₄レーザ、Nd:YLFレーザやチタンサファイアレーザがある。溶融処理領域を形成する場合には、Nd:YAGレーザ、Nd:YVO₄レーザ、Nd:YLFレーザを用いるのが好適である。本実施形態では、半導体基板1の加工にパルスレーザ光を用いているが、多光子吸収を起こさせることができるなら連続波レーザ光でもよい。

【0038】

レーザ加工装置100はさらに、載置台107に載置された半導体基板1を可視光線により照明するために可視光線を発生する観察用光源117と、ダイクロイックミラー103及び集光用レンズ105と同じ光軸上に配置された可視光用のビームスプリッタ119とを備える。ビームスプリッタ119と集光用レンズ105との間にダイクロイックミラー103が配置されている。ビームスプリッタ119は、可視光線の約半分を反射し残りの半分を透過する機能を有しかつ可視光線の光軸の向きを90°変えるように配置されている。観察用光源117か

ら発生した可視光線はビームスプリッタ119で約半分が反射され、この反射された可視光線がダイクロイックミラー103及び集光用レンズ105を透過し、半導体基板1の切断予定ライン5等を含む表面3を照明する。

【0039】

レーザ加工装置100はさらに、ビームスプリッタ119、ダイクロイックミラー103及び集光用レンズ105と同じ光軸上に配置された撮像素子121及び結像レンズ123を備える。撮像素子121としては例えばCCDカメラがある。切断予定ライン5等を含む表面3を照明した可視光線の反射光は、集光用レンズ105、ダイクロイックミラー103、ビームスプリッタ119を透過し、結像レンズ123で結像されて撮像素子121で撮像され、撮像データとなる。

【0040】

レーザ加工装置100はさらに、撮像素子121から出力された撮像データが入力される撮像データ処理部125と、レーザ加工装置100全体を制御する全体制御部127と、モニタ129とを備える。撮像データ処理部125は、撮像データを基にして観察用光源117で発生した可視光の焦点を表面3上に合わせるための焦点データを演算する。この焦点データを基にしてステージ制御部115がZ軸ステージ113を移動制御することにより、可視光の焦点が表面3に合うようにする。よって、撮像データ処理部125はオートフォーカスユニットとして機能する。また、撮像データ処理部125は、撮像データを基にして表面3の拡大画像等の画像データを演算する。この画像データは全体制御部127に送られ、全体制御部で各種処理がなされ、モニタ129に送られる。これにより、モニタ129に拡大画像等が表示される。

【0041】

全体制御部127には、ステージ制御部115からのデータ、撮像データ処理部125からの画像データ等が入力し、これらのデータも基にしてレーザ光源制御部102、観察用光源117及びステージ制御部115を制御することにより、レーザ加工装置100全体を制御する。よって、全体制御部127はコンピュータユニットとして機能する。

【0042】

次に、本実施形態に係る半導体基板の分割方法について説明する。本実施形態では、半導体基板 1 をシリコンウェハ（厚さ 350 μ m、外径 4 インチ）とし、デバイス製作プロセスにおいて半導体基板 1 の表面 3 に複数の機能素子がマトリックス状に形成されたものを対象とする。

【0043】

まず、上述したレーザ加工装置 100 を使用した場合の切断予定部を形成する工程について、図 9 及び図 10 を参照して説明する。図 10 は、切断予定部を形成する工程を説明するためのフローチャートである。

【0044】

半導体基板 1 の光吸収特性を図示しない分光光度計等により測定する。この測定結果に基づいて、半導体基板 1 に対して透明な波長又は吸収の少ない波長のレーザ光 L を発生するレーザ光源 101 を選定する（S101）。続いて、半導体基板 1 の厚さを測定する。厚さの測定結果及び半導体基板 1 の屈折率を基にして、半導体基板 1 の Z 軸方向の移動量を決定する（S103）。これは、レーザ光 L の集光点 P を半導体基板 1 の内部に位置させるために、半導体基板 1 の表面 3 に位置するレーザ光 L の集光点 P を基準とした半導体基板 1 の Z 軸方向の移動量である。この移動量は全体制御部 127 に入力される。

【0045】

半導体基板 1 をレーザ加工装置 100 の載置台 107 に載置する。そして、観察用光源 117 から可視光を発生させて半導体基板 1 を照明する（S105）。照明された切断予定ライン 5 を含む半導体基板 1 の表面 3 を撮像素子 121 により撮像する。切断予定ライン 5 は、半導体基板 1 を切断すべき所望の仮想線である。ここでは、半導体基板 1 をその表面 3 に形成された機能素子毎に分割して半導体チップを得るため、切断予定ライン 5 は、隣り合う機能素子間を走るよう格子状に設定される。撮像素子 121 により撮像された撮像データは撮像データ処理部 125 に送られる。この撮像データに基づいて撮像データ処理部 125 は観察用光源 117 の可視光の焦点が表面 3 に位置するような焦点データを演算する（S107）。

【0046】

この焦点データはステージ制御部 1 1 5 に送られる。ステージ制御部 1 1 5 は、この焦点データを基にして Z 軸ステージ 1 1 3 を Z 軸方向の移動させる (S 1 0 9)。これにより、観察用光源 1 1 7 の可視光の焦点が半導体基板 1 の表面 3 に位置する。なお、撮像データ処理部 1 2 5 は撮像データに基づいて、切断予定ライン 5 を含む半導体基板 1 の表面 3 の拡大画像データを演算する。この拡大画像データは全体制御部 1 2 7 を介してモニタ 1 2 9 に送られ、これによりモニタ 1 2 9 に切断予定ライン 5 付近の拡大画像が表示される。

【 0 0 4 7 】

全体制御部 1 2 7 には予めステップ S 1 0 3 で決定された移動量データが入力されており、この移動量データがステージ制御部 1 1 5 に送られる。ステージ制御部 1 1 5 はこの移動量データに基づいて、レーザ光 L の集光点 P が半導体基板 1 の内部となる位置に、Z 軸ステージ 1 1 3 により半導体基板 1 を Z 軸方向に移動させる (S 1 1 1)。

【 0 0 4 8 】

続いて、レーザ光源 1 0 1 からレーザ光 L を発生させて、レーザ光 L を半導体基板 1 の表面 3 の切断予定ライン 5 に照射する。レーザ光 L の集光点 P は半導体基板 1 の内部に位置しているので、溶融処理領域は半導体基板 1 の内部にのみ形成される。そして、切断予定ライン 5 に沿うように X 軸ステージ 1 0 9 や Y 軸ステージ 1 1 1 を移動させて、切断予定ライン 5 に沿うよう形成された溶融処理領域でもって切断予定ライン 5 に沿う切断予定部を半導体基板 1 の内部に形成する (S 1 1 3)。

【 0 0 4 9 】

以上により切断予定部を形成する工程が終了し、半導体基板 1 の内部に切断予定部が形成される。半導体基板 1 の内部に切断予定部が形成されると、自然に或いは比較的小さな力によって、切断予定部を起点として半導体基板 1 の厚さ方向に割れが発生する。

【 0 0 5 0 】

本実施形態では、上述した切断予定部を形成する工程において、半導体基板 1 の内部の表面 3 側に近い位置に切断予定部が形成され、この切断予定部を起点と

して半導体基板 1 の厚さ方向に割れが発生している。図 1 1 は切断予定部形成後の半導体基板 1 を示す図である。図 1 1 に示すように、半導体基板 1 において切断予定部を起点として発生した割れ 1 5 は、切断予定ラインに沿うよう格子状に形成され、半導体基板 1 の表面 3 にのみ到達し、裏面 1 7 には到達していない。すなわち、半導体基板 1 に発生した割れ 1 5 は、半導体基板 1 の表面にマトリックス状に形成された複数の機能素子 1 9 を個々に分割している。また、この割れ 1 5 により切断された半導体基板 1 の切断面は互いに密着している。

【 0 0 5 1 】

次に、半導体基板を研磨する工程について、図 1 2 ～図 1 6 を参照して説明する。図 1 2 ～1 6 は、半導体基板を研磨する工程を含む各工程を説明するための図である。なお、本実施形態では、半導体基板 1 が厚さ $350\text{ }\mu\text{m}$ から厚さ $50\text{ }\mu\text{m}$ に薄型化される。

【 0 0 5 2 】

図 1 2 に示すように、上記切断予定部形成後の半導体基板 1 の表面 3 に保護フィルム 2 1 が貼り付けられる。保護フィルム 2 1 は、半導体基板 1 の表面 3 に形成されている機能素子 1 9 を保護すると共に、半導体基板 1 を保持するためのものである。続いて、図 1 3 に示すように、半導体基板 1 の裏面 1 7 が平面研削され、この平面研削後に裏面 1 7 にケミカルエッチングが施されて、半導体基板 1 が $50\text{ }\mu\text{m}$ に薄型化される。これにより、すなわち半導体基板 1 の裏面 1 7 の研磨により、切断予定部を起点として発生した割れ 1 5 に裏面 1 7 が達して、機能素子 1 9 それぞれを有する半導体チップ 2 5 に半導体基板 1 が分割される。なお、上記ケミカルエッチングとしては、ウェットエッチング ($\text{HF}\cdot\text{HNO}_3$) やプラズマエッチング ($\text{HBr}\cdot\text{Cl}_2$) 等が挙げられる。

【 0 0 5 3 】

そして、図 1 4 に示すように、すべての半導体チップ 2 5 の裏面を覆うよう拡張フィルム 2 3 が貼り付けられ、その後、図 1 5 に示すように、すべての半導体チップ 2 5 の機能素子 1 9 を覆うよう貼り付けられていた保護フィルム 2 1 が剥がされる。続いて、図 1 6 に示すように、拡張フィルム 2 3 がエキスパンドされて各半導体チップ 2 5 が互いに離間され、吸着コレット 2 7 により半導体チップ

25がピックアップされる。

【0054】

以上説明したように、本実施形態に係る半導体基板の分割方法によれば、デバイス製作プロセスにおいて機能素子19を半導体基板1の表面3に形成した後に、半導体基板1の裏面17を研磨することができる。そして、切断予定部を形成する工程及び半導体基板を研磨する工程のそれぞれが奏する以下の効果により、半導体デバイスの小型化に対応するよう薄型化された半導体チップ25を歩留まりよく得ることが可能となる。

【0055】

すなわち、切断予定部を形成する工程によれば、半導体基板1を切断すべき所望の切断予定ラインから外れた不必要な割れや溶融が半導体基板1の表面3に生じるのを防止することができ、半導体基板1を分離して得られる半導体チップ25に不必要な割れや溶融が生じるのを防止することが可能となる。

【0056】

また、切断予定部を形成する工程によれば、切断予定ラインに沿う半導体基板1の表面3は溶融しないため、隣り合う機能素子19の間隔を狭くすることができ、1枚の半導体基板1から分離される半導体チップ25の数を増加させることが可能となる。

【0057】

一方、半導体基板を研磨する工程においては、半導体基板1の内部に切断予定部を形成した後に半導体基板1が所定の厚さとなるよう半導体基板1の裏面17を平面研削するが、このとき、裏面17が、切断予定部を起点として発生した割れ15に達しても、この割れ15により切断された半導体基板1の切断面は互いに密着しているため、平面研削による半導体基板1のチッピングやクラッキングを防止することができる。したがって、チッピングやクラッキングの発生を防止して、半導体基板1を薄型化し且つ半導体基板1を分割することが可能となる。

【0058】

上述した半導体基板1における切断面の密着は、平面研削により生じる研削屑の割れ15内への入り込みを防止し、半導体基板1を分割することで得られる半

導体チップ 2 5 の研削屑汚染を防止するという効果をも奏する。同じく半導体基板 1 における切断面の密着は、各半導体チップ 2 5 が互いに離間している場合に比べて平面研削による半導体チップ 2 5 のチップ飛びを減少させるという効果をも奏する。すなわち、保護フィルム 2 1 として保持力を抑えたものを使用することができる。

【 0 0 5 9 】

また、半導体基板を研磨する工程においては、半導体基板 1 の裏面 1 7 にケミカルエッチングを施すため、半導体基板 1 を分割することで得られる半導体チップ 2 5 の裏面をより平滑化することができる。さらに、切断予定部を起点として発生した割れ 1 5 による半導体基板 1 の切断面が互いに密着しているため、図 1 7 に示すように、当該切断面の裏面側のエッジ部のみが選択的にエッチングされ面取り 2 9 が形成される。したがって、半導体基板 1 を分割することで得られる半導体チップ 2 5 の抗折強度を向上させることができる共に、半導体チップ 2 5 におけるチップングやクラッキングの発生を防止することが可能となる。

【 0 0 6 0 】

なお、半導体基板を研磨する工程後の半導体チップ 2 5 と溶融処理領域 1 3 との関係としては、図 1 8 ～図 2 0 に示すものがある。各図に示す半導体チップ 2 5 には、後述するそれぞれの効果が存在するため、種々様々な目的に応じて使い分けることができる。ここで、各図の (a) は、半導体基板を研磨する工程前に割れ 1 5 が半導体基板 1 の表面 3 に達している場合であり、各図の (b) は、半導体基板を研磨する工程前に割れ 1 5 が半導体基板 1 の表面 3 に達していない場合である。各図の (b) の場合にも、半導体基板を研磨する工程後には、割れ 1 5 が半導体基板 1 5 の表面 3 に達する。

【 0 0 6 1 】

図 1 8 に示すように、溶融処理領域 1 3 が切断面内に残存する半導体チップ 2 5 は、その切断面が溶融処理領域 1 3 により保護されることとなり、半導体チップ 2 5 の抗折強度が向上する。

【 0 0 6 2 】

図 1 9 に示すように、溶融処理領域 1 3 が切断面内に残存しない半導体チップ

25は、溶融処理領域13が半導体デバイスに好影響を与えないような場合に有効である。

【0063】

図20に示すように、溶融処理領域13が切断面の裏面側のエッジ部に残存する半導体チップ25は、当該エッジ部が溶融処理領域13により保護されることとなり、半導体チップ25のエッジ部を面取りした場合と同様に、エッジ部におけるチッピングやクラッキングの発生を防止することができる。

【0064】

また、各図の(a)に示すように、半導体基板を研磨する工程前に割れ15が半導体基板1の表面3に達している場合に比べ、各図の(b)に示すように半導体基板を研磨する工程前に割れ15が半導体基板1の表面3に達していない場合の方が、半導体基板を研磨する工程後に得られる半導体チップ25の切断面の直進性がより向上する。

【0065】

ところで、半導体基板を研磨する工程前に割れ15が半導体基板1の表面3に到達するか否かは、溶融処理領域13の表面3からの深さに関係するのは勿論であるが、溶融処理領域13の大きさにも関係する。すなわち、溶融処理領域13の大きさを小さくすれば、溶融処理領域13の表面3からの深さが浅い場合でも、割れ15は半導体基板1の表面3に到達しない。溶融処理領域13の大きさは、例えば切断予定部を形成する工程におけるパルスレーザー光の出力により制御することができ、パルスレーザー光の出力を上げれば大きくなり、パルスレーザー光の出力を下げれば小さくなる。

【0066】

また、半導体基板を研磨する工程において薄型化される半導体基板1の所定の厚さを考慮して、予め(例えば切断予定部を形成する工程前に)、少なくとも当該所定の厚さの分だけ半導体基板1の周縁部(外周部)に、面取り加工により丸みをつけておくことが好ましい。図21は、本実施形態に係る半導体基板を研磨する工程の前後における半導体基板1の周縁部の断面図である。半導体基板を研磨する工程前における図21(a)に示す半導体基板1の厚さは $350\mu\text{m}$ であ

り、半導体基板を研磨する工程後における図 2 1 (b) に示す半導体基板 1 の厚さは $50\text{ }\mu\text{m}$ である。図 2 1 (a) に示すように、半導体基板 1 の周縁部には、予め、厚さ $50\text{ }\mu\text{m}$ 毎に面取りによる丸みが複数（ここでは 7 つ）形成され、すなわち、半導体基板 1 の周縁部の断面形状は波型に形成される。これにより、図 2 1 (b) に示すように、半導体基板 1 を研磨する工程後の半導体基板 1 の周縁部は、面取りにより丸みをつけた状態となるため、当該周縁部におけるチップングやクラッキングの発生を防止することができ、ひいては、機械的な強度の向上によってハンドリングを容易とすることができる。

【0067】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、切断予定部を形成する工程においては、半導体基板の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射し、半導体基板の内部に多光子吸収という現象を発生させて改質領域を形成するため、この改質領域でもって、半導体基板を切断すべき所望の切断予定ラインに沿うよう半導体基板の内部に切断予定部を形成することができる。半導体基板の内部に切断予定部が形成されると、自然に或いは比較的小さな力によって、切断予定部を起点として半導体基板の厚さ方向に割れが発生する。

【0068】

そして、半導体基板を研磨する工程においては、半導体基板の内部に切断予定部を形成した後に、半導体基板が所定の厚さとなるよう半導体基板を研磨するが、このとき、研磨面が、切断予定部を起点として発生した割れに達しても、この割れにより切断された半導体基板の切断面は互いに密着した状態であるため、研磨による半導体基板のチップングやクラッキングを防止することができる。

【0069】

したがって、チップングやクラッキングの発生を防止して、半導体基板を薄型化し且つ半導体基板を分割すること可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施形態に係るレーザ加工方法によるレーザ加工中の半導体基板の平面図で

ある。

【図 2】

図 1 に示す半導体基板の II-II 線に沿った断面図である。

【図 3】

本実施形態に係るレーザ加工方法によるレーザ加工後の半導体基板の平面図である。

【図 4】

図 3 に示す半導体基板の IV-IV 線に沿った断面図である。

【図 5】

図 3 に示す半導体基板の V-V 線に沿った断面図である。

【図 6】

本実施形態に係るレーザ加工方法により切断された半導体基板の平面図である。

【図 7】

本実施形態に係るレーザ加工方法により切断されたシリコンウェハの一部における断面の写真を表した図である。

【図 8】

本実施形態に係るレーザ加工方法におけるレーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。

【図 9】

本実施形態に係るレーザ加工装置の概略構成図である。

【図 10】

本実施形態に係る切断予定部を形成する工程を説明するためのフローチャートである。

【図 11】

本実施形態に係る切断予定部を形成する工程後の半導体基板を示す図である。

【図 12】

本実施形態に係る保護フィルムを貼り付ける工程を説明するための図である。

【図 13】

本実施形態に係る半導体基板を研磨する工程を説明するための図である。

【図 1 4】

本実施形態に係る拡張フィルムを貼り付ける工程を説明するための図である。

【図 1 5】

本実施形態に係る保護フィルムを剥がす工程を説明するための図である。

【図 1 6】

本実施形態に係る拡張フィルムをエキスパンドし半導体チップをピックアップする工程を説明するための図である。

【図 1 7】

本実施形態に係る半導体基板を研磨する工程後の半導体チップの切断面の裏面側のエッジ部に形成された面取りを示す図である。

【図 1 8】

本実施形態に係る半導体基板を研磨する工程後の半導体チップの切断面内に熔融処理領域が残存する場合を説明するための図である。

【図 1 9】

本実施形態に係る半導体基板を研磨する工程後の半導体チップの切断面内に熔融処理領域が残存しない場合を説明するための図である。

【図 2 0】

本実施形態に係る半導体基板を研磨する工程後の半導体チップの切断面の裏面側のエッジ部に熔融処理領域が残存する場合を説明するための図である。

【図 2 1】

本実施形態に係る半導体基板を研磨する工程の前後における半導体基板の周縁部の断面図である。

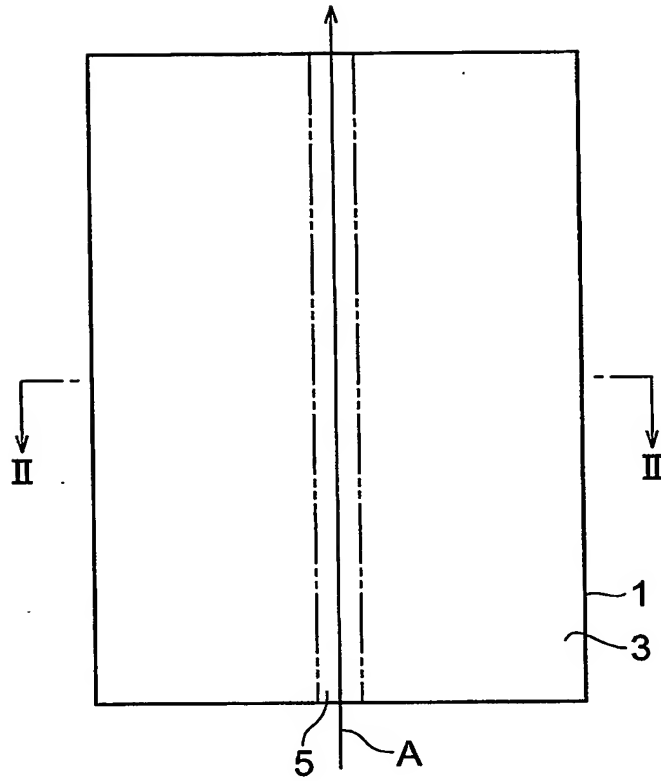
【符号の説明】

1…半導体基板、3…表面、5…切断予定ライン、7…改質領域、9…切断予定部、11…シリコンウェハ、13…熔融処理領域、15…割れ、17…裏面、19…機能素子、25…半導体チップ、29…面取り、100…レーザ加工装置、101…レーザ光源、105…集光用レンズ、109…X軸ステージ、111…Y軸ステージ、113…Z軸ステージ、L…レーザ光、P…集光点。

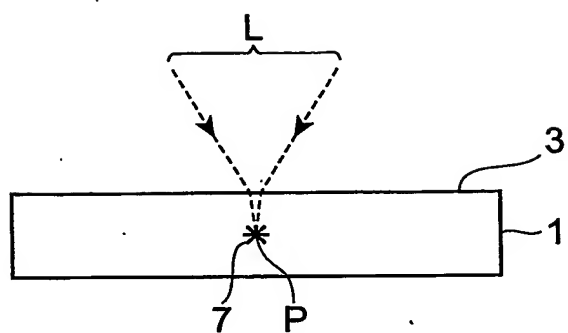
【書類名】

図面

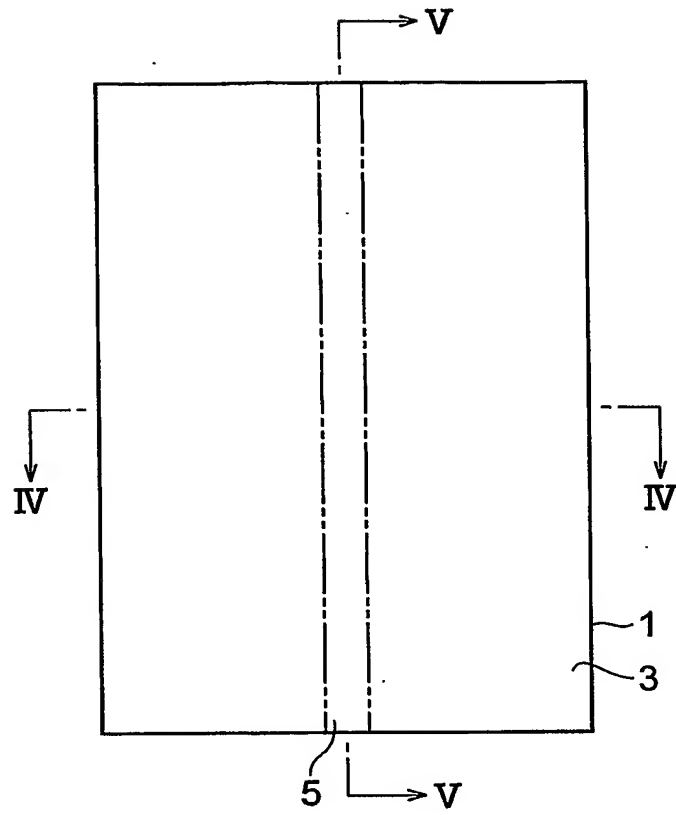
【図 1】



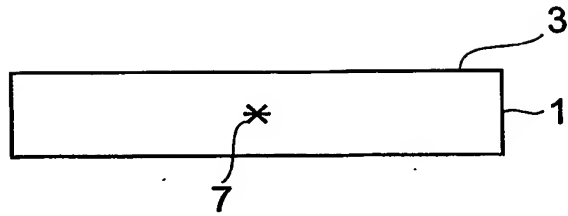
【図2】



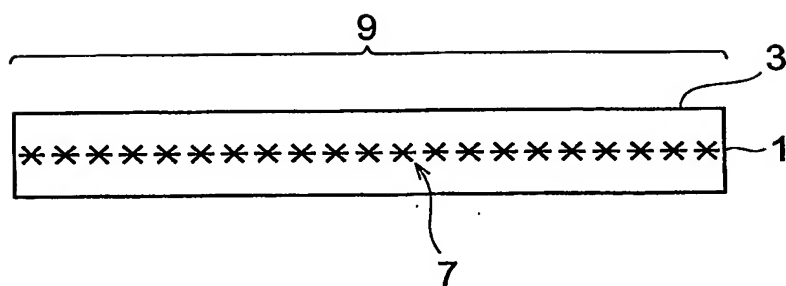
【図 3】



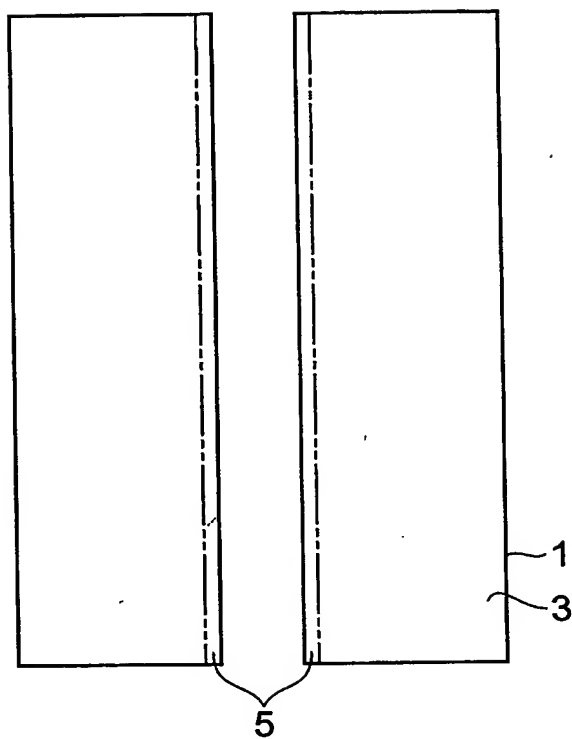
【図 4】



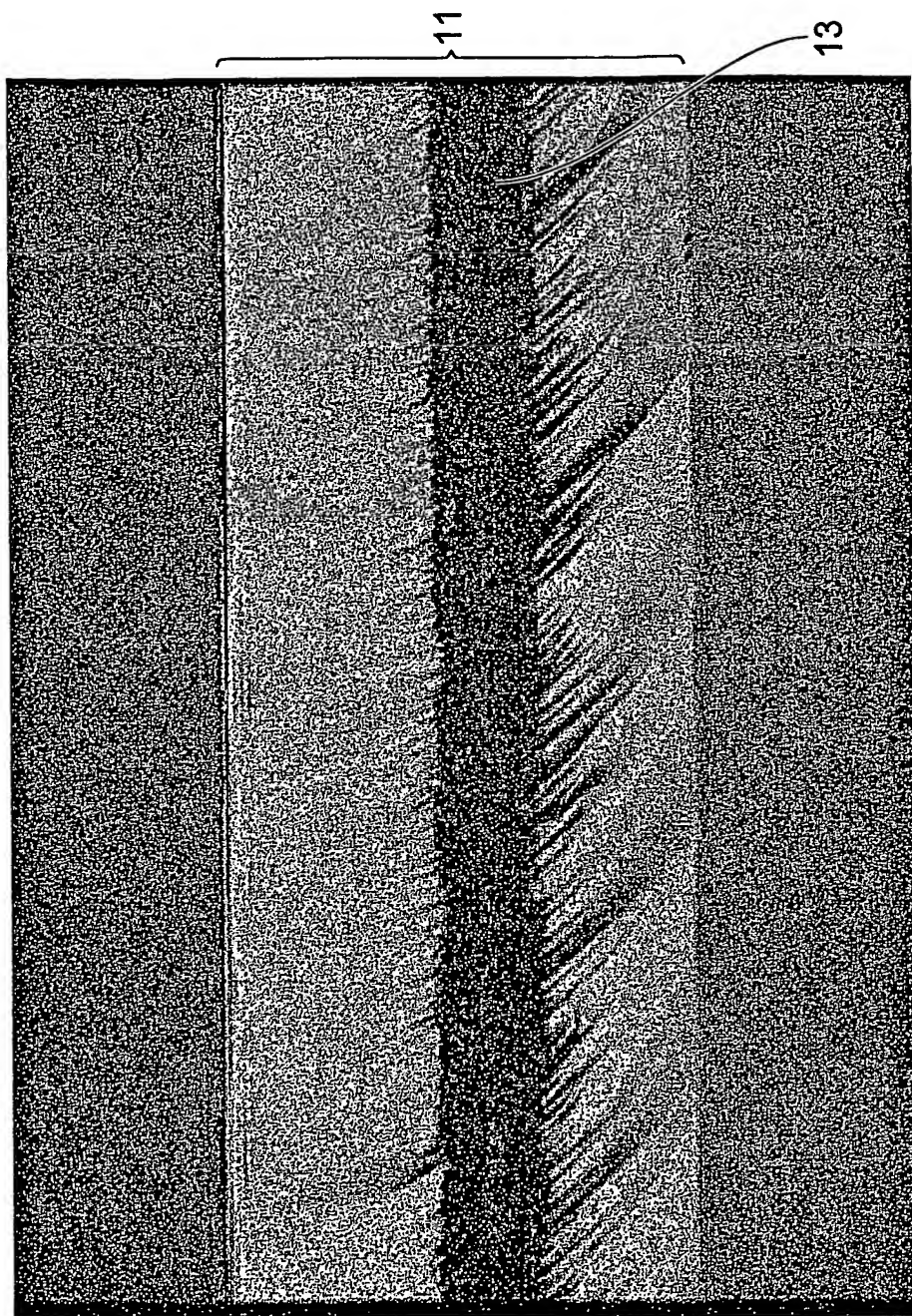
【図5】



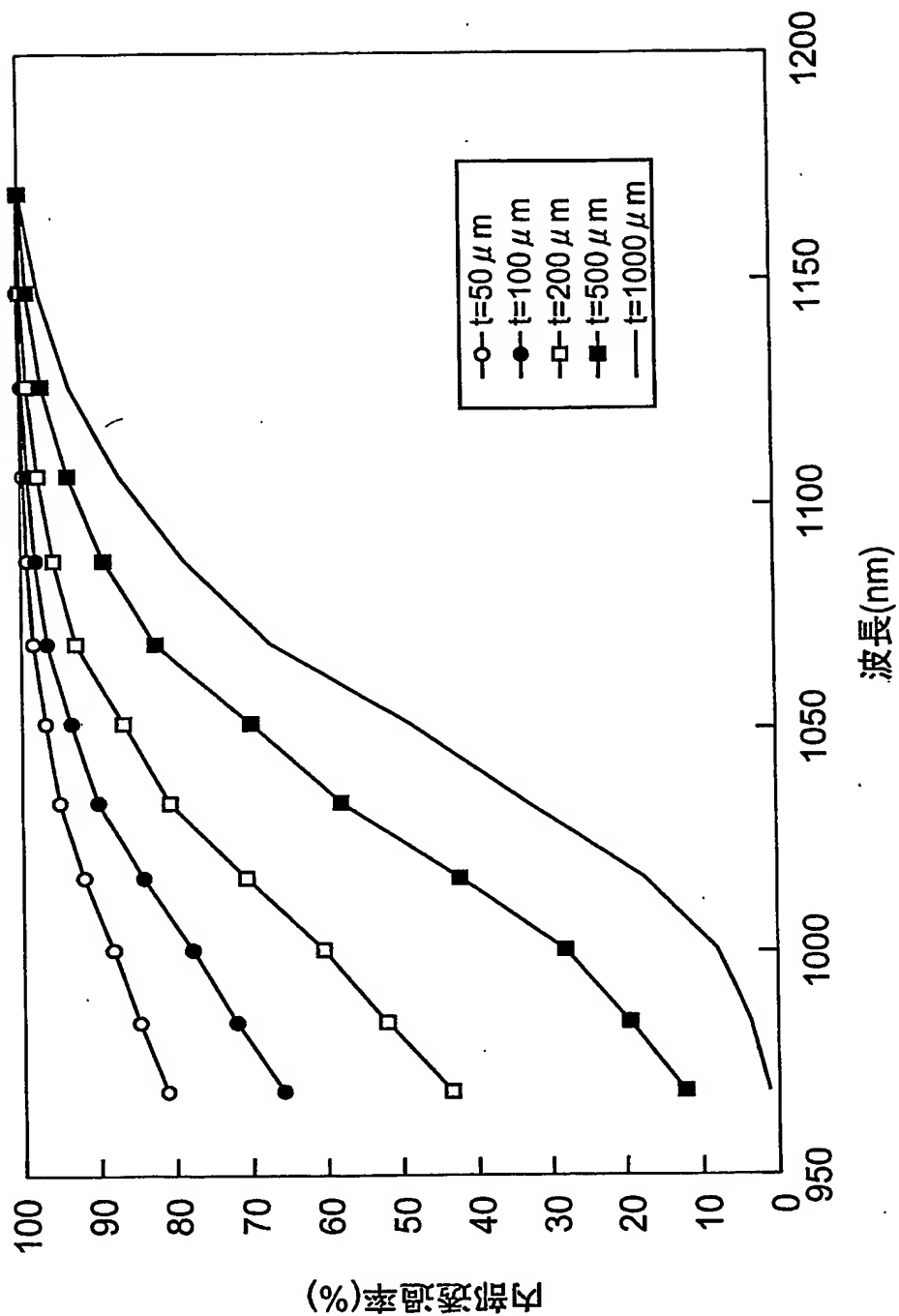
【図6】



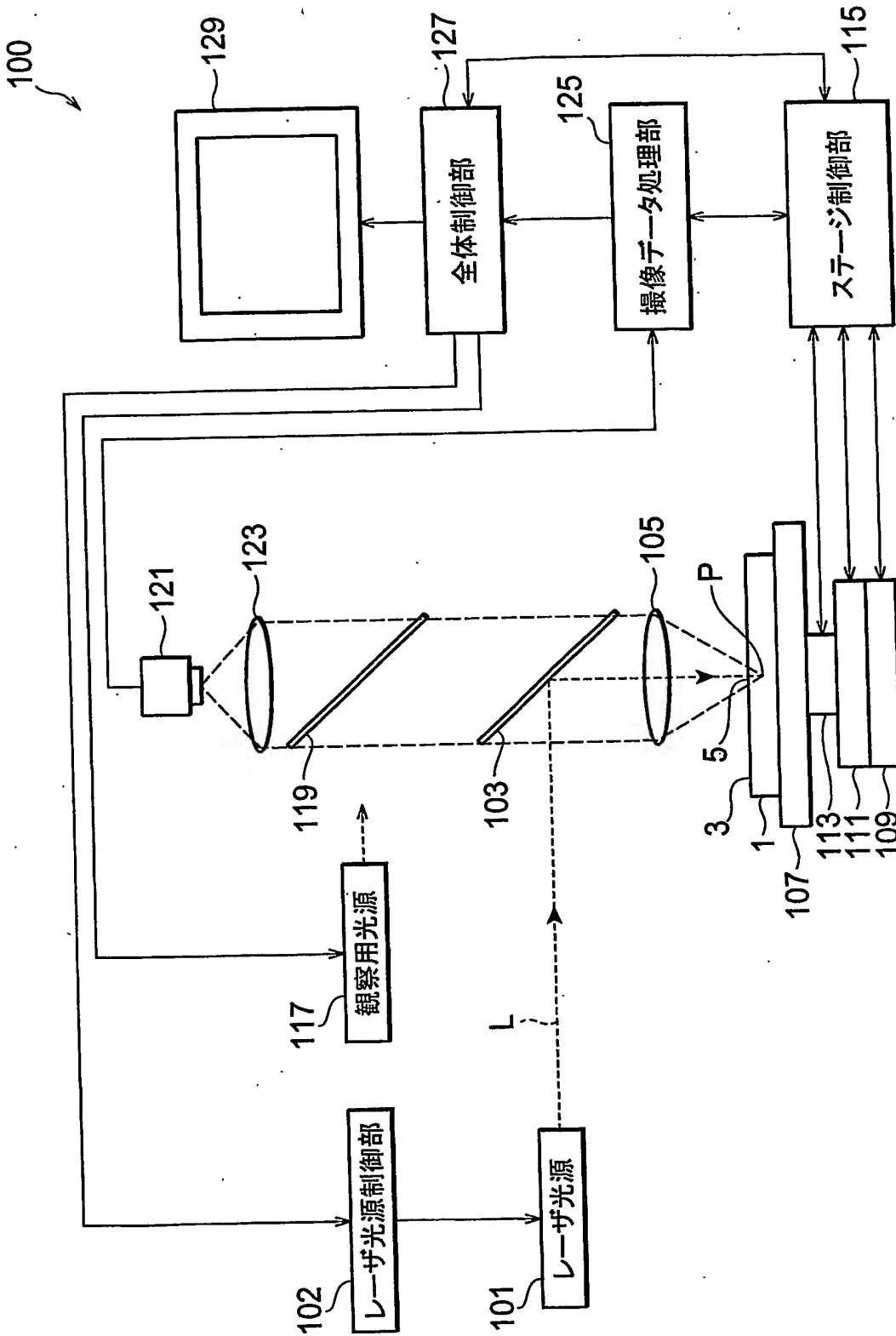
【図 7】



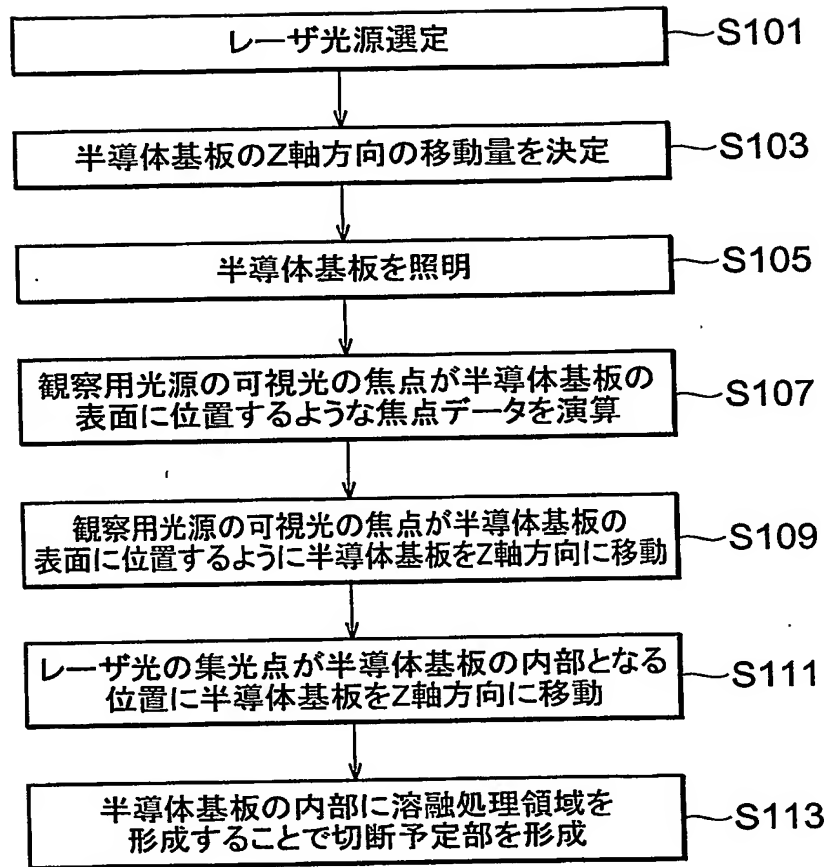
【図 8】



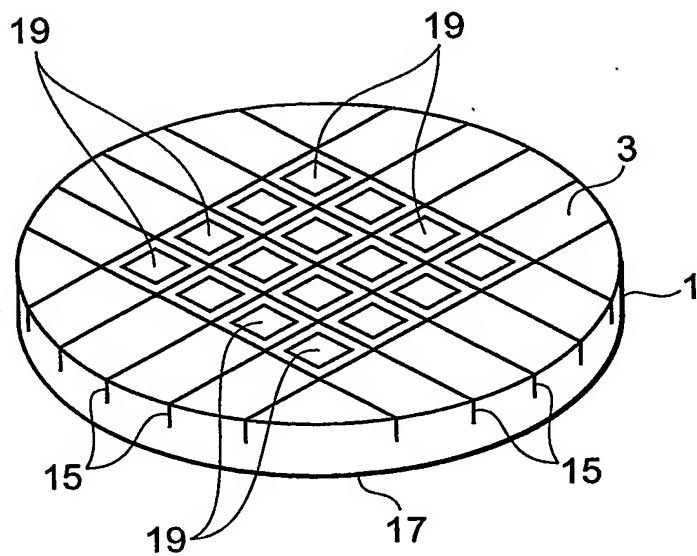
【図9】



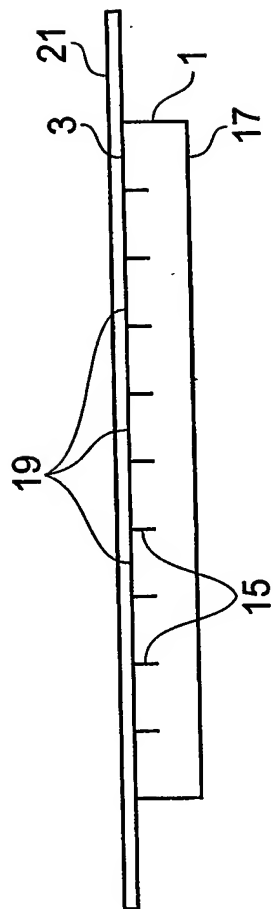
【図 1 0】



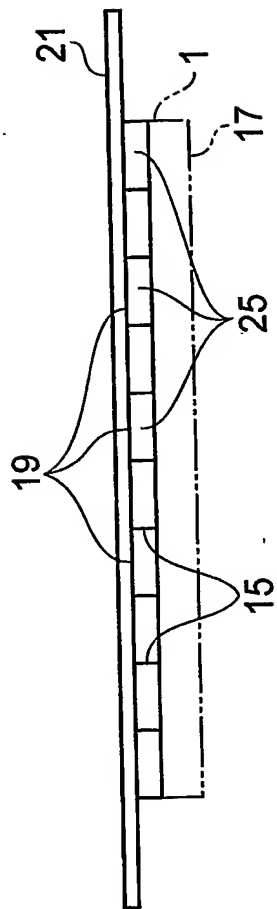
【図 11】



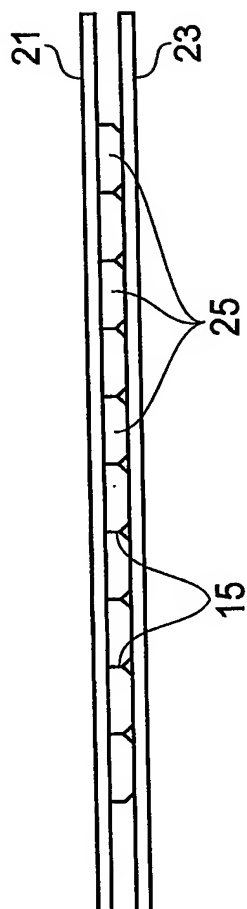
【図 1 2】



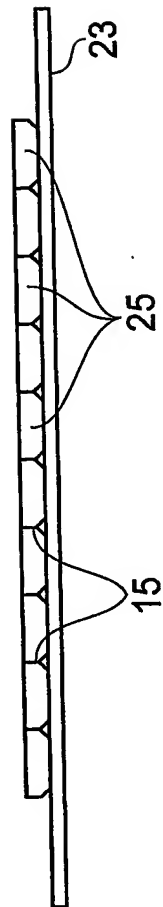
【図 1 3】



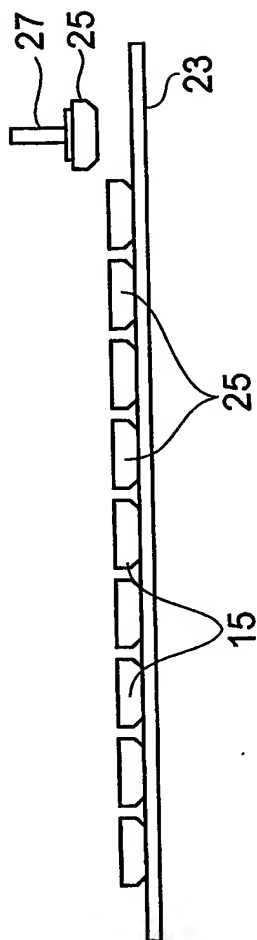
【図 1 4】



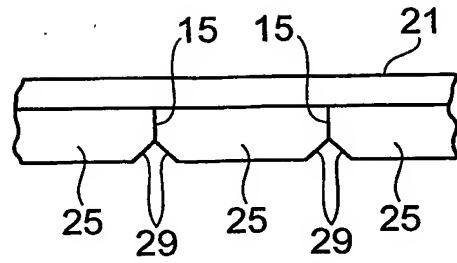
【図 1 5】



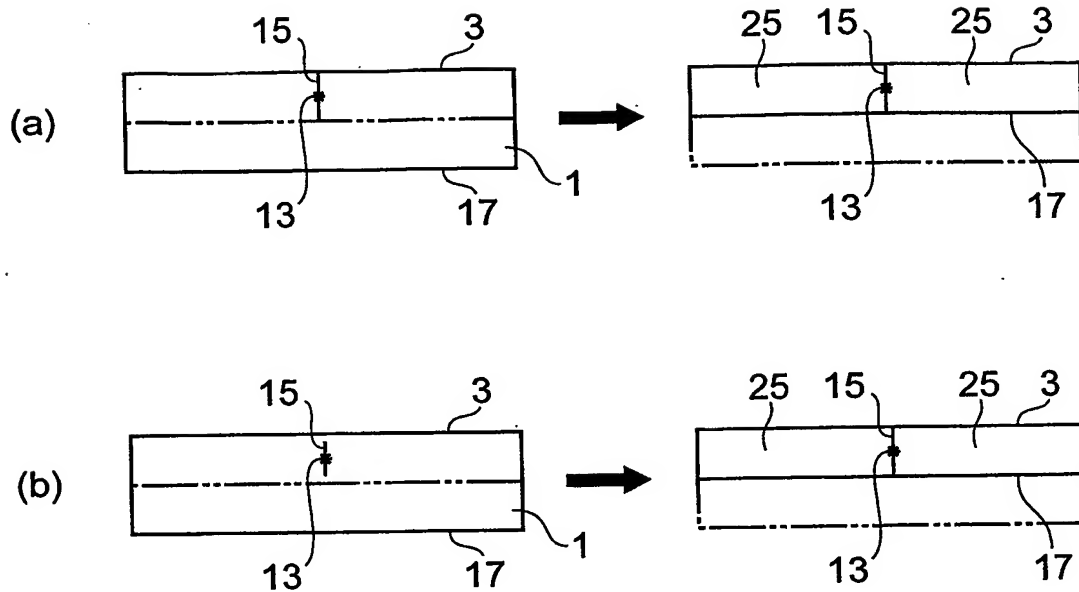
【図 16】



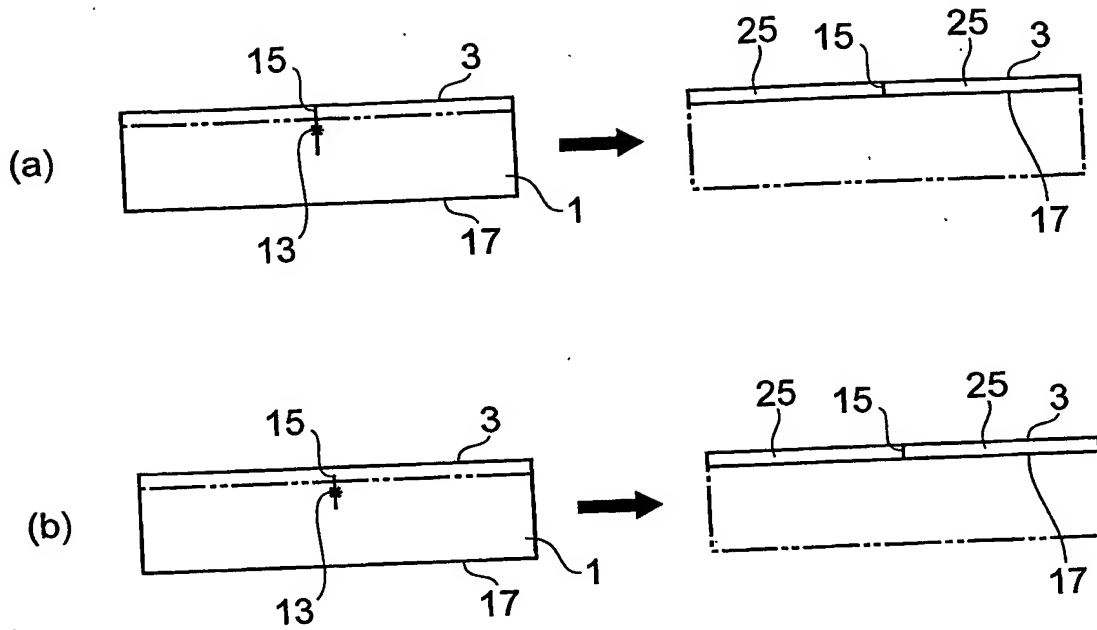
【図 1 7】



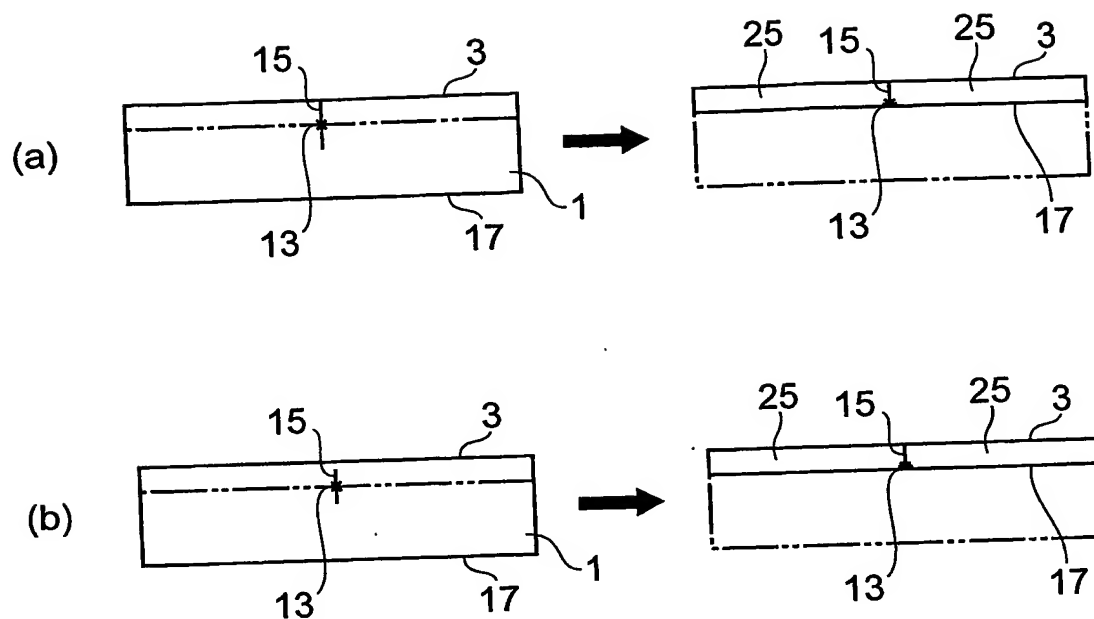
【図 1 8】



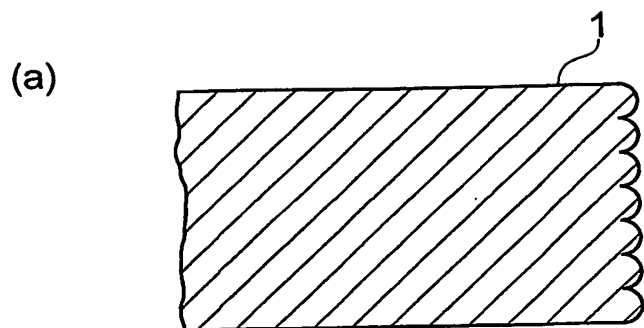
【図19】



【図20】



【図 2 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 チップングやクラッキングの発生を防止して、半導体基板を薄型化し且つ半導体基板を分割することのできる半導体基板の分割方法を提供する。

【解決手段】 本発明に係る半導体基板の分割方法は、表面 3 に機能素子 19 が形成されている半導体基板 1 の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、半導体基板 1 の内部に多光子吸収による熔融処理領域を含む改質領域を形成し、当該熔融処理領域を含む改質領域でもって切断予定部を形成する工程と、切断予定部を形成する工程後、半導体基板 1 が所定の厚さとなるよう半導体基板 1 の裏面 17 を研磨する工程とを備えることを特徴とする。

【選択図】 図 11

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000236436]

1. 変更年月日

1990年 8月10日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町1126番地の1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社